

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-220224

(43)Date of publication of application : 14.08.2001

(51)Int.Cl.

C04B 35/46
H01G 4/12
// H01B 3/12

(21)Application number : 2000-026953

(71)Applicant : TAIYO YUDEN CO LTD

(22)Date of filing : 04.02.2000

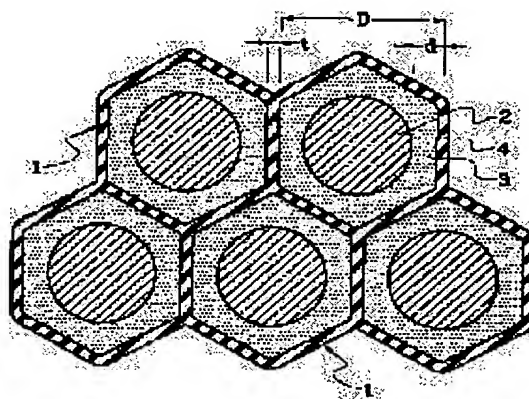
(72)Inventor : MIZUNO YOICHI
TAKAHASHI YOSHINAO
YAZAWA KENJI

(54) DIELECTRIC CERAMIC AND LAMINATED CERAMIC ELECTRIC PART

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a dielectric ceramic having a high dielectric constant and a high insulation resistance, and further to provide a laminated ceramic capacitor good in both characteristics and reliability.

SOLUTION: This dielectric ceramic consists essentially of BaTiO₃, and contains dielectric ceramic particles 1, having cores 2 in a ferroelectric phase, and shells 3 formed so as to surround the core 2 and containing Mg and a rare earth element dispersed, in the BaTiO₃. In short, the dielectric ceramic particle has a core-shell particle structure. The ratio d/D of the depth d from the surface of the dielectric ceramic particle 1, to the average diameter D of the dielectric ceramic particle 1 is regulated so as to be $0.03 \leq d/D \leq 0.3$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-220224

(P 2001-220224A)

(43) 公開日 平成13年8月14日 (2001. 8. 14)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C 0 4 B 35/46		C 0 4 B 35/46	D 4G031
H 0 1 G 4/12	3 5 8	H 0 1 G 4/12 3 5 8	5E001
// H 0 1 B 3/12	3 0 3	H 0 1 B 3/12 3 0 3	5G303

審査請求 未請求 請求項の数 4

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-26953 (P2000-26953)

(22) 出願日 平成12年2月4日 (2000. 2. 4)

(71) 出願人 000204284

太陽誘電株式会社

東京都台東区上野6丁目16番20号

(72) 発明者 水野 洋一

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

(72) 発明者 高橋 義直

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

(74) 代理人 100081927

弁理士 北條 和由

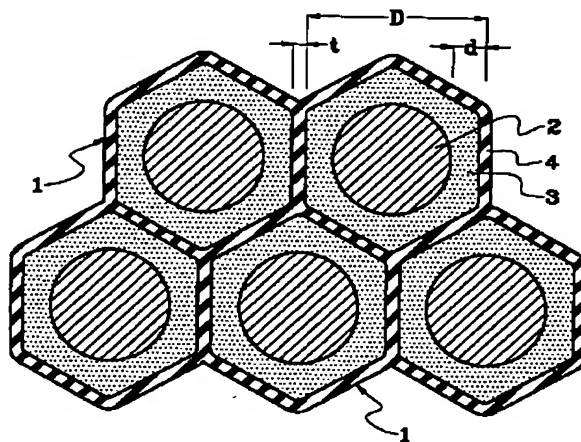
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体磁器と積層セラミック電子部品

(57) 【要約】

【課題】 誘電率が高く、なお且つ絶縁抵抗の高い誘電体磁器を得て、特性及び信頼性共に良好な積層セラミックコンデンサを得る。

【解決手段】 誘電体磁器は、 BaTiO_3 を主体とし、誘電体磁器粒子 1 が強誘電体相のコア 2 と、このコア 2 を囲んで形成され、 BaTiO_3 に Mg と希土類元素が拡散したシェル 3 とを有する。要するに、誘電体磁器粒子がコア・シェル粒子構造をとっている。このような誘電体磁器において、前記シェル 3 の誘電体磁器粒子 1 の表面からの深さ d と誘電体磁器粒子 1 の平均径 D との比 d/D を、 $0.03 \leq d/D \leq 0.3$ とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 BaTiO₃を主体とし、誘電体磁器粒子(1)が強誘電体相のコア(2)と、このコア(2)を囲んで形成され、BaTiO₃に添加物が拡散したシェル(3)とを有する誘電体磁器において、前記シェル(3)の誘電体磁器粒子(1)の表面からの平均深さdと誘電体磁器粒子(1)の平均径Dとの比 d/D が $0.03 \leq d/D \leq 0.3$ であることを特徴とする誘電体磁器。

【請求項2】 前記シェル(3)とコア(2)との体積比が $0.20 \sim 14.6$ であることを特徴とする請求項1に記載の誘電体磁器。

【請求項3】 隣接する前記誘電体磁器粒子(1)のシェル(2)の境界部分に、ガラス成分が析出した粒界(4)を有し、前記粒界(4)の平均厚さtと前記誘電体磁器粒子(1)の平均径Dとの比 t/D が $0.005 \leq t/D \leq 0.05$ であることを特徴とする請求項1または2に記載の誘電体磁器。

【請求項4】 セラミック層(17)と内部電極(15)、(16)とが交互に積層された積層体(13)と、この積層体(13)の端部に設けられた外部電極(12)、(12)とを有し、前記内部電極(15)、(16)がセラミック層(17)の縁に達していることにより、積層体(13)の端面に内部電極(15)、(16)が各々導出され、同積層体(13)の端面に導出された内部電極(15)、(16)が前記外部電極(12)、(12)に各々接続されている積層セラミック電子部品において、前記積層体(13)を構成するセラミック層(17)が前記請求項1～3の何れかの誘電体磁器からなることを特徴とする積層セラミック電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、積層セラミックコンデンサの積層体等として用いられる誘電体磁器に関し、特に良好なB温度特性を有するコンデンサが得られるコア・シェルの粒子構造を持った誘電体磁器であって、高い誘電率と高い絶縁抵抗を有する誘電体磁器に関する。

【0002】

【従来の技術】積層コンデンサ等に用いられるBaTiO₃を主成分とする誘電体磁器において、良好なB温度特性を有するコンデンサを得ることができるようにするため、誘電体磁器の結晶粒内にコアとこれを囲むシェルとを共存させてコア・シェル粒子構造とすることが有効であると考えられている。このコア・シェル粒子構造では、誘電体磁器粒子の表面に前記シェルを形成するためMgや希土類元素を添加することが行われている。

【0003】従来のMgや希土類元素を添加したコア・シェル粒子構造を有する誘電体磁器においては、Mgや

希土類元素は一括して添加され、シェルにおいてそれらMgや希土類元素が混然一体化して拡散している状態となっている。そして、従来では、シェルにおけるMgや希土類元素の分布について特別な制御が行われておらず、Mgや希土類元素が誘電体粒子の比較的深い部位まで拡散されている。

【0004】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら、前記のようなB温度特性の改善のために有効なコア・シェル粒子構造を有する誘電体粒子により構成された誘電体磁器では、十分に誘電率が高く、なお且つ耐電圧性の良好な誘電体磁器を得ることができなかった。積層セラミックコンデンサの大容量化に伴う誘電体層の薄層化が進んでおり、これに伴い、要求される品質レベルが極めて高くなっている。しかし、前記従来の誘電体磁器では積層セラミックコンデンサの品質を充分に向上させることができなかった。

【0005】本発明は、前記従来のようなコア・シェル粒子構造をとる誘電体磁器における課題に鑑み、誘電率が高く、なお且つ絶縁抵抗の高い誘電体磁器を得て、特性及び信頼性共に良好な積層セラミックコンデンサを製造することができるようにすることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、前記のようなB温度特性を有する積層セラミックコンデンサを作るためのコア・シェル粒子構造を有する誘電体磁器において、その誘電体磁器の誘電率と絶縁抵抗は、誘電体磁器粒子1の平均径Dに対するシェル3の誘電体磁器粒子1の表面からの深さdの比 d/D に関係することを見だし、この比 d/D を適宜の範囲に設定した。

【0007】すなわち、本発明による誘電体磁器は、BaTiO₃を主体とし、誘電体磁器粒子1が強誘電体相のコア2と、このコア2を囲んで形成され、BaTiO₃にMgや希土類元素が拡散したシェル3とを有する。要するに、誘電体磁器粒子がコア・シェル粒子構造をとっている。このような誘電体磁器において、前記シェル3の誘電体磁器粒子1の表面からの深さdと誘電体磁器粒子1の平均径Dとの比 d/D を、 $0.03 \leq d/D \leq 0.3$ とする。

【0008】シェル3はコア2に比べて高抵抗であり、この深さが浅いと、十分な絶縁抵抗を有する誘電体磁器を得ることができない。誘電体の薄層化のもとでも高い信頼性を有する積層セラミックコンデンサを得るため、誘電体磁器に必要な絶縁抵抗が500MΩ以上であるとすると、シェル3の誘電体磁器粒子1の表面からの深さdと誘電体磁器粒子1の平均径Dとの比 d/D は、0.03以上とすることが必要である。

【0009】他方、コア2はシェル3に比べて高誘電率であり、シェル3の深さが深すぎ、その分だけコア2が小さくなると、十分な誘電率を有する誘電体磁器を得

ることができない。誘電体の薄層化のもとでも所要の静電容量を有する積層セラミックコンデンサを得るために、誘電体磁器に必要な誘電率が3.000以上であるとすると、シェル3の誘電体磁器粒子1の表面からの平均深さdと誘電体磁器粒子1の平均径Dとの比 d/D は、0.3以下とすることが必要である。換言すると、前記シェル3とコア2との平均体積比を、0.2~14.6とする必要がある。

【0010】さらに、コア・シェル粒子構造をとる誘電体磁器粒子1は、隣接する誘電体磁器粒子1において、シェル2の境界部分にガラス成分が析出した粒界4を形成している。このガラス質の粒界4は、液相で形成されており、他の部分より絶縁抵抗が高い。そして、コア・シェル粒子構造を有する誘電体磁器において、隣接する誘電体磁器粒子1は、電気的に直列に接続されていると考えると、電界負荷時には最も抵抗の高い前記の粒界4に局部的に高電圧がかかる。

【0011】そこでこの粒界4を厚くすることにより、絶縁抵抗の高い誘電体磁器を得ることができる。しかしこの粒界4は、コア2に比べて低誘電率であり、粒界4が大きすぎると、十分な誘電率を有する誘電体磁器を得ることができない。前述のように、誘電体磁器に必要な絶縁抵抗が500MΩ以上、それに必要な誘電率が3000以上であるとすると、前記粒界4の平均厚さtと前記誘電体磁器粒子1の誘電体磁器粒子1の平均径Dとの比 t/D を、 $0.005 \leq t/D \leq 0.05$ とするものである。

【0012】さらに、前記のような誘電体磁器を使用した本発明による積層セラミック電子部品は、セラミック層17と内部電極15、16とが交互に積層された積層体13と、この積層体13の端部に設けられた外部電極12、12とを有し、前記内部電極15、16がセラミック層17の縁に達していることにより、積層体13の端面に内部電極15、16が各々導出され、同積層体13の端面に導出された内部電極15、16が前記外部電極12、12に各々接続されている。そして、前記積層体13を構成するセラミック層17が前記の誘電体磁器からなる。これにより、前述のような優れた特性を有する積層セラミック電子部品が得られる。

【0013】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について、具体的且つ詳細に説明する。図1は、本発明によるコア・シェル粒子構造を有する誘電体磁器における誘電体磁器粒子1の状態を模式的に示す。

【0014】前述した通り、本発明による誘電体磁器は、BaTiO₃を主体とし、誘電体磁器粒子1が強誘電体相のコア2と、このコア2を囲んで形成され、BaTiO₃にMgと希土類元素が拡散したシェル3とを有する。ここで、誘電体磁器粒子1の径をD、コア2の誘

電体磁器粒子1の表面からの深さをdとする。本発明では、前記シェル3の誘電体磁器粒子1の表面からの深さdと誘電体磁器粒子1の平均径Dとの比 d/D を、 $0.03 \leq d/D \leq 0.3$ とする。

【0015】シェル3の誘電体磁器粒子1の表面からの深さdと誘電体磁器粒子1の平均径Dとすると、前記シェル3の体積は、 $\pi \{D^3 - (D-2d)^3\} / 6$ である。またコア2の体積は、 $\pi (D-2d)^3 / 6$ である。このシェル3とコア2との体積比を γ とすると、 $\gamma = \{D^3 - (D-2d)^3\} / (D-2d)^3 = \{1 / (1-2d/D)\}^3 - 1$ なり、前記シェル3の誘電体磁器粒子1の表面からの深さdと誘電体磁器粒子1の平均径Dとの比 d/D が $0.03 \leq d/D \leq 0.3$ のとき、 $0.20 \leq \gamma \leq 14.6$ となる。

【0016】このようなコア・シェル粒子構造を有する誘電体磁器は、BaTiO₃（チタン酸バリウム）を主成分とし、これにMgO（酸化マグネシウム）やH₂O₃（酸化ホルミウム）及びその他の添加物を加え、湿式で混合し、成形した後焼成することにより得られる。前記コア2の部分は、BaTiO₃の純度が高い部分であり、強誘電体相となる部分である。これに対し、シェル3の部分は、BaTiO₃にMgOやH₂O₃等の添加物が拡散した部分である。

【0017】そして、前記のようなシェル3の深さdは、誘電体磁器を焼成するときの温度や、焼成温度を維持する時間により調整することができる。例えば、誘電体磁器を焼成するときの温度が低いと、焼成時にMgや希土類等の添加物の固溶がしにくいため、それらの酸化物の誘電体磁器粒子1の内部への拡散がしにくく、高い電気抵抗を有するシェル3の部分の深さdは浅くなる。これに対し、誘電体磁器を焼成するときの温度が高いと、焼成時にMgや希土類等の添加物の固溶がしやすいため、それらの酸化物の誘電体磁器粒子1の内部への拡散がしやすく、高い電気抵抗を有するシェル3の部分の深さdは深くなる。

【0018】また、誘電体磁器を焼成する時に焼成温度を維持する時間が短いと、焼成時にMgや希土類等の添加物の固溶がしにくいため、それらの酸化物の誘電体磁器粒子1の内部への拡散がしにくく、高い電気抵抗を有するシェル3の部分の深さdは浅くなる。これに対し、誘電体磁器を焼成するときの焼成温度を維持する時間が長いと、焼成時にMgや希土類等の添加物の固溶がしやすいめ、それらの酸化物の誘電体磁器粒子1の内部への拡散がしやすく、高い電気抵抗を有するシェル3の部分の深さdは深くなる。

【0019】前記のようなコア・シェル粒子構造を有する誘電体磁器では、隣接する誘電体磁器粒子1のシェル2の境界部分にガラス成分が析出した電気抵抗の高い粒界4が形成される。前述した通り、粒界4の平均厚さtと前記誘電体磁器粒子1の平均径Dとの比 t/D を、

$0.005 \leq t/D \leq 0.05$ とする。

【0020】このような粒界4は、誘電体磁器の原料の中に、添加物として SiO_2 等のガラス成分を添加し、この添加量により前記粒界4の厚さ t を調整する。この粒界4は、高い絶縁抵抗を示すが、コア2に比べて誘電率が低い。

【0021】次に、前述のような誘電体磁器を使用した積層セラミック電子部品の例として、積層セラミックコンデンサとその製造方法について説明する。まず前述のように、 BaTiO_3 （チタン酸バリウム）を主成分とし、これに MgO （酸化マグネシウム）や H_2O_3 （酸化ホルミウム）及びその他の添加物を加え、湿式で混合し、乾燥する。その後、この混合粉末を溶剤に溶解したエチルセルロース等の有機バインダに均一に分散し、セラミックスラリーを調整する。このセラミックスラリーをポリエチレンテレフタレートフィルム等のベースフィルム上に薄く均一な厚さで塗布し、乾燥し、膜状のセラミックグリーンシートを作る。その後、このセラミックグリーンシートを適当な大きさに裁断する。

【0022】次に、この裁断したセラミックグリーンシートの上に、導電ペーストを使用し、2種類の内部電極パターンを各々印刷する。例えば導電ペーストは、 Ni 及びその合金、 Cu 及びその合金、 Ag 、 Pd 、 Ag-Pd 等から選択された1種の導体粉末の100重量%に対して、バインダとしてエチルセルロース、アクリル、ポリエステル等から選択された1種を3~12重量%、溶剤としてブチルカルビトール、ブチルカルビトールアセテート、テルピネオール、エチルセロソルブ、炭化水素等から選択された1種を80~120重量%添加し、均一に混合、分散したものを使用する。

【0023】このような内部電極パターンが印刷されたセラミックグリーンシートを、交互に積み重ね、さらにその両側に内部電極パターンが印刷されていないセラミックグリーンシート、いわゆるダミーシートを積み重ね、これらを圧着し、積層体を得る。さらに、この積層体を縦横格子状に裁断し、個々の未焼成のチップ状の積層体に分割する。この分割された積層体の対向する端面には、前記の内部電極が交互に導出されている。

【0024】次に、前記の内部電極パターンが各々導出している未焼成の積層体の両端面と、この両端面に連なる積層体の側面の一部にわたって、外部電極用の導電ペーストを塗布し、乾燥する。その後、これらの積層体を焼成することで、積層体が焼結すると共に、前記内部電極パターンを形成している導電ペースト及び積層体の端部に塗布された導電ペーストが焼き付けられる。

【0025】さらに、積層体の端部に形成された導体層の上に、 Sn または半田メッキが施される。これにより、図2に示すような積層セラミックコンデンサが完成する。この積層セラミックコンデンサは、図3に示すような層構造を有する焼成済みの積層体3を有し、図2に

示すように、その端部に外部電極2、2が形成されている。

【0026】図3に示すように、積層体13は内部電極15、16を有する誘電体からなるセラミック層17、17…が積層され、さらにその両側に内部電極15、16が形成されていないセラミック層17、17…が各々複数層積み重ねられたものである。このような積層体13は、セラミック層17を介して対向している各内部電極15、16が、積層体13の両端面に交互に導出されている。そして、図2に示すように、この内部電極15、16が、交互に導出された積層体13の両端面において、前記外部電極12、12が前記内部電極15、16と導通している。ここで、前記セラミック層17、17…は、前述のようなコア・シェル粒子構造を有する誘電体磁器からなる。

【0027】なお、以上の例は、積層セラミック電子部品として積層セラミックコンデンサを説明したが、本発明による積層セラミック電子部品は、例えば、コンデンサ部分を有する複合部品、例えば積層セラミックLC複合部品にも同様にして適用することができる。

【0028】

【実施例】次に、本発明の実施例について具体的な数値をあげて説明する。

（実施例1）積層セラミックコンデンサ用の誘電体磁器を得るため、平均粒径 $0.4\mu\text{m}$ の BaTiO_3 （チタン酸バリウム）が94.2重量%、 MgO （酸化マグネシウム）が0.8重量%、 H_2O_3 （酸化ホルミウム）が1.0重量%、焼結助剤である SiO_2 （酸化ケイ素）が2.0重量%とからなるセラミック粉末を調合した。このセラミック粉末混合体をボールミルにて純水中で15時間混合した後乾燥した。さらに、このセラミック粉末混合体に水と有機バインダを加えてスラリーを得た。

【0029】このスラリーをリバースコートで厚さ $10\mu\text{m}$ のセラミックグリーンシートに成型した。次にこのセラミックグリーンシートに導電性ペーストを塗布し内部電極パターンを形成した後、このシートを10枚積層した。得られた積層体を、格子状に裁断し、多数の積層体チップを作製した。次に、この積層体チップを還元性雰囲気中で 1200°C で1.5時間焼成し、標準寸法長さ3.2mm、端面角1.6mmの積層セラミックコンデンサを得た。

【0030】この積層セラミックコンデンサの積層体チップを構成する誘電体磁器は、図1に模式的に示すように、多数の誘電体磁器粒子1の集まりから成る。この誘電体磁器粒子1は、中心部の BaTiO_3 を主とする強誘電体相がコア2となり、その周囲の BaTiO_3 中に Mg と H が拡散した常誘電体相のシェル3を有するコア・シェル粒子構造を有する。ここで、シェル3の平均深さ d と誘電体磁器粒子1の平均径 D とを測定し、その

比 d/D を求め、さらにこの値からコア2とシェル3の体積比を求めたところ、表1の資料4に示す通りである。

【0031】さらに表1に示すように、前記試料4と焼成温度のみを変え、その他は試料4と同じ条件で試料2、3、5及び6の試料を得た。また、表1に示すように、焼成温度を1050℃とし、その他は試料4と同じ条件で誘電体磁器を焼成したが、未焼結となった。これを便宜上試料1とした。

【0032】表1に示すように、試料3～5として得られた誘電体磁器は、誘電率が3070～3510であり、何れも3000以上の誘電率が得られた。また、これらの絶縁抵抗は520～810MΩと、何れも500MΩ以上であった。これらの試料の d/D は、0.032～0.293であり、0.03～0.30の範囲にある。また、これら試料のシェル3とコア2の体積比は、0.22～13.09であり、0.20～14.6の範*

*囲にある。

【0033】これに対し、表1に示すように、焼成温度を1050℃とした試料1は、焼結できず、特性を比較すべき試料を得ることができなかった。焼成温度を1100℃とした試料2は、3920と高い誘電率が得られたが、絶縁抵抗が480MΩと、500MΩに満たなかった。この試料2の d/D は、0.028と0.03に満たず、シェル3とコア2の体積比は、0.19と、0.20に満たない。また、焼成温度を1300℃とした試料6は、絶縁抵抗が950MΩと、高い絶縁抵抗が得られたが、誘電率が2860と、3000に満たなかった。この試料2の d/D は、0.329と0.30を越えており、シェル3とコア2の体積比は24.0と、14.6を越えている。

【0034】

【表1】

試料 番号	焼成温度 (°C)	shell深/粒径 d/D	shell/core 体積比	粒界厚/粒径 t/D	誘電率	絶縁抵抗 (MΩ)
1	1050	未焼結				
2	1100	0.028	0.19	0.014	3920	480
3	1150	0.032	0.22	0.014	3510	520
4	1200	0.122	1.31	0.013	3330	640
5	1250	0.293	13.09	0.015	3070	810
6	1300	0.329	24.00	0.014	2860	950

【0035】（実施例2）前記実施例1の前記表1の試料番号4に示した積層セラミックコンデンサを得る製造工程において、表2に示すように、1200℃の焼成温度を保持する時間を、それぞれ0時間、0.5時間、1.0時間、1.5時間、2.0時間、2.5時間と変え、それ以外は前記実施例1の前記表1の試料番号4に示した積層セラミックコンデンサと同様にして、それぞれ表2に試料番号7～12として示した積層セラミックコンデンサを得た。

【0036】この積層セラミックコンデンサの積層体チップを構成する誘電体磁器の構造は、図1により前述したコア・シェル粒子構造を有する。ここで、シェル3の平均深さ d と誘電体磁器粒子1の平均径 D とを測定し、その比 d/D を求め、さらにこの値からコア2とシェル3の体積比を求めたところ、表2に示す通りである。

【0037】表2に示すように、試料8～11を構成する誘電体磁器は、誘電率が3080～3910であり、何れも3000以上の誘電率が得られた。また、これらの絶縁抵抗は540～780MΩと、何れも500MΩ

以上であった。これらの試料の d/D は、0.033～0.299であり、0.03～0.30の範囲にある。また、これら試料のシェル3とコア2の体積比は、0.23～14.39であり、0.2～14.6の範囲にある。

【0038】これに対し、表2に示すように、1200℃の焼成温度に達した後、その温度を維持せずに降温して焼成した試料7は、4230と高い誘電率が得られたが、絶縁抵抗が380MΩと、500MΩに満たなかった。この試料2の d/D は、0.027と0.03に満たず、シェル3とコア2の体積比は、0.18と、0.2に満たない。また、1200℃の焼成温度を2.5時間維持して焼成した試料12は、絶縁抵抗が900MΩと高い絶縁抵抗が得られたが、誘電率が2560と、3000に満たなかった。この試料2の d/D は、0.321と0.30を越えており、シェル3とコア2の体積比は20.79と、14.6を越えている。

【0039】

【表2】

試料 番号	キープ時間 (°C)	shell深/粒径 d/D	shell/core 体積比	粒界厚/粒径 t/D	誘電率	絶縁抵抗 (MΩ)
7	0.0	0.027	0.18	0.012	4230	380
8	0.5	0.033	0.23	0.015	3910	540
9	1.0	0.132	1.51	0.015	3490	600
10	1.5	0.218	4.57	0.013	3330	640
11	2.0	0.299	14.39	0.014	3080	780
12	2.5	0.321	20.79	0.015	2560	900

【0040】（実施例3）前記実施例3の前記表1の試料番号4に示した積層セラミックコンデンサと同様に示した表3の試料16に示す積層セラミックコンデンサを製造した。また、セラミック混合物に焼結助剤として添加するSiO₂の量を、それぞれ0.5重量%、1.0重量%、1.5重量%、2.5重量%、3.0重量%、5.0重量%と変え、それ以外は同様に示した表3に試料番号13～15、試料番号16、17として示した積層セラミックコンデンサを得た。

【0041】この積層セラミックコンデンサの積層体チップを構成する誘電体磁器の構造は、図1により前述したコア・シェル粒子構造を有する。ここで、シェル3の平均深さdと誘電体磁器粒子1の平均径Dとを測定し、その比d/Dを求め、さらにこの値からコア2とシェル3の体積比を求めたところ、表3に示す通りである。表3に示した全ての試料のd/Dは、0.037～0.296であり、0.03～0.30の範囲にある。また、これら試料のシェル3とコア2の体積比は、0.26～13.72であり、0.2～14.6の範囲にある。 *30

*【0042】表3に示すように、試料14～17を構成する誘電体磁器は、誘電率が3080～3910であり、何れも3000以上の誘電率が得られた。また、これらの絶縁抵抗は540～780MΩと、何れも500MΩ以上であった。これらの試料の粒界の厚さと誘電体磁器粒子の粒径との比t/Dは、0.005～0.036であり、0.005～0.05の範囲にある。

【0043】これに対し、表3に示すように、焼結助剤として添加したSiO₂の量が0.5重量%と少ない試料13は、3840と高い誘電率が得られたが、絶縁抵抗が450MΩと、500MΩに満たなかった。この試料2のt/Dは、0.002と0.005に満たない。また、焼結助剤として添加したSiO₂の量が5.0重量%と多い試料18は、絶縁抵抗が800MΩと高い絶縁抵抗が得られたが、誘電率が2790と、3000に満たなかった。この試料2のt/Dは、0.052と0.05を越えている。

【0044】

【表3】

試料 番号	SiO ₂ 添加量 (wt%)	shell深/粒径 d/D	shell/core 体積比	粒界厚/粒径 t/D	誘電率	絶縁抵抗 (MΩ)
13	0.5	0.027	0.18	0.002	3840	450
14	1.0	0.037	0.26	0.005	3700	540
15	1.5	0.156	2.07	0.008	3560	600
16	2.0	0.224	4.95	0.013	3330	640
17	3.0	0.296	13.72	0.036	3090	780
18	5.0	0.313	18.12	0.052	2790	800

【0045】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明による誘電体磁器では、誘電体粒子がB温度特性に優れたコア・シェル粒子構造をとるものにおいて、高い誘電率と高い絶縁抵抗を得るという相反する要請を同時に満足することができるようになる。これにより、積層セラミックコンデンサ等のセラミック層の薄層化に対応し、高静電容量で且つ高信頼を備えた積層セラミックコンデンサを提供できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による誘電体磁器の粒子構造を模式的に示した断面図である。

【図2】前記誘電体磁器を使用して作られた本発明による積層セラミックコンデンサの例を示す部分断面斜視図である。

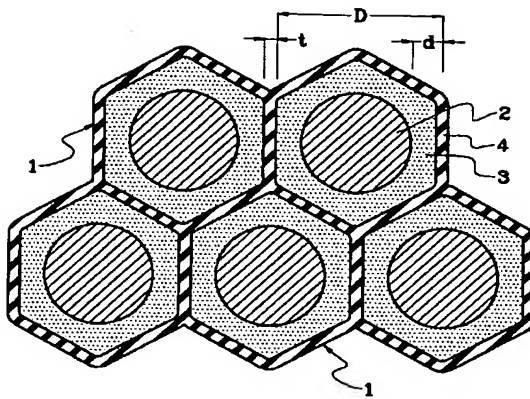
【図3】同積層セラミック電子部品の例の積層体の各層を分離して示した分解斜視図である。

50 【符号の説明】

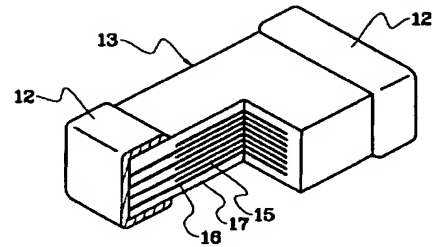
- 11
- 1 磁器粒子
 - 2 コア
 - 3 シェル
 - 4 粒界
 - 12 外部電極

- 13 積層体
- 15 内部電極
- 16 内部電極
- 17 セラミック層

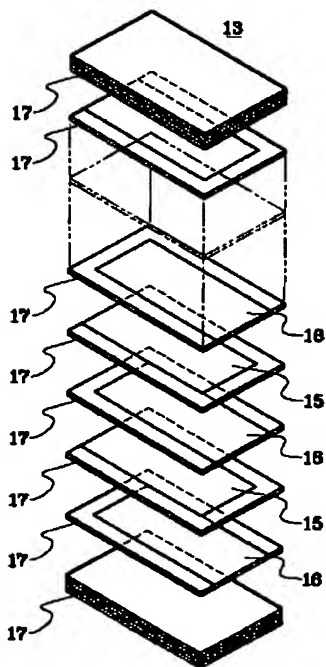
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 矢澤 健二
東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘
電株式会社内

Fターム(参考) 4G031 AA06 AA11 BA09 BA12 CA03
CA05
5E001 AB03 AE01 AE02 AE05 AF06
5G303 AA01 AB05 AB11 CB03 CB35
CC08 DA04